

**ALIGNER AND EXPOSING METHOD**

Patent Number: JP9283423  
Publication date: 1997-10-31  
Inventor(s): MIYAZAKI KYOICHI;; HASEGAWA MASANORI;; YOSHII  
Applicant(s): CANON INC  
Requested Patent: ☐ JP9283423  
Application JP19960112061 19960409  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/027; G03F7/20  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To cope with a change of a projection optical system by a method wherein a focus detection light is radiated to a body via a projection optical system, a focus state is detected according to a generation state of an astigmatism of a focus detection light and a focus state is controlled.

**SOLUTION:** A focus detection light 14 incident on an exposure lens 8 is condensed on a position which is slid slightly horizontally from a position on a wafer 11 in which a pattern image on a reticle 9 is formed by an irradiation light 13. For example, when a wafer stage 12 moves rightwardly, the focus detection light 14 is condensed more leftwardly than an image formation position by an irradiation light 13. When a face of the wafer 11 is not in an image formation position by the irradiation light 13, namely out of focus, a wafer stage 12 is driven to a Z direction (to a vertical direction) of an optical axis of an exposure lens 8 to be focused. Further, even when an angle of the face of wafer 11 is judged to be slid from a specific angle by the focus detection light 14, the wafer 11 is tilt-driven by the wafer stage 12 in a same manner as correction in a vertical direction.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



8

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-283423

(45) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01L 21/027			H01L 21/30	526A
G03F 7/20	521		G03F 7/20	521

審査請求 未請求 請求項の数13 FD (全6頁)

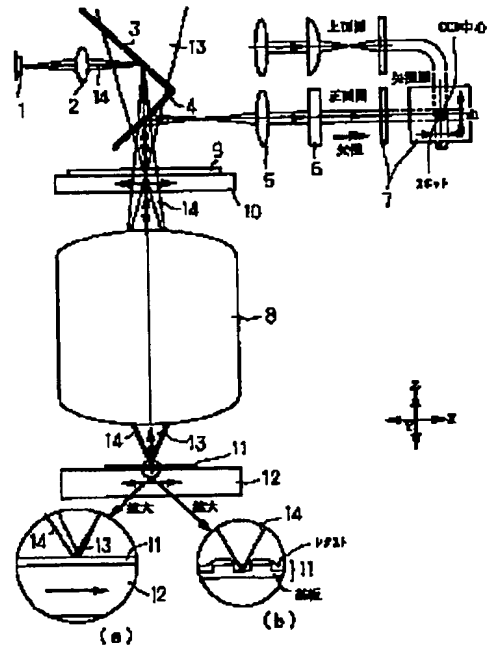
(21) 出願番号	特願平8-112081	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子9丁目30番2号
(22) 出願日	平成8年(1996)4月9日	(72) 発明者	宮崎 恭一 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社小杉事業所内
		(72) 発明者	長谷川 雅宣 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社小杉事業所内
		(72) 発明者	吉井 実 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社小杉事業所内
		(74) 代理人	弁理士 高梨 幸雄

## (54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法

## (57) 【要約】

【課題】 半導体露光装置において投影光学系の変化にも対処できるように、焼き付け位置で投影光学系を通してウエハ面の合焦状態を検出すること。

【解決手段】 半導体露光装置の合焦状態を投影光学系を介して検出に関して、非点収差法と2次元CCDを組み合わせることで、投影光学系に対するウエハの合焦状態を検出し、該検出値に基づいて補正を行うことを特徴とする半導体露光装置。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1物体の像を第2物体上に投影光学系を用いて露光転写を行う露光装置において、該投影光学系を介して合焦検出光を第2物体上に照射し、該合焦検出光の非点収差の発生状態により合焦状態を検出して、合焦状態の制御を行うことを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記合焦検出光が前記第1物体の像を前記第2物体上に露光転写を行う際の露光光と共通光路を持つことを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】 前記合焦状態の検出を2次元画像検出素子で行うことを特徴とする請求項2記載の露光装置。

【請求項4】 前記2次元画像素子上に形成される前記合焦検出光の位置により前記第2物体の角度ずれを検出することを特徴とする請求項4記載の露光装置。

【請求項5】 前記露光装置がスキャンアンドリピートでの露光方法を採用したものであることを特徴とする請求項4記載の露光装置。

【請求項6】 前記合焦検出光が露光を行う照明光の結像位置よりずれた位置に集光され、該合焦検出光による検出値をもとに前記第2物体の位置を制御することを特徴とする請求項5記載の露光装置。

【請求項7】 第1物体の像を第2物体上に投影光学系を用いて露光転写を行う露光方法において、該投影光学系を介して合焦検出光を第2物体上に照射し、該合焦検出光の非点収差の発生状態により合焦状態を検出して、合焦状態の制御を行うことを特徴とする露光方法。

【請求項8】 前記合焦検出光が前記第1物体の像を前記第2物体上に露光転写を行う際の露光光と共通光路を持つことを特徴とする請求項7記載の露光方法。

【請求項9】 前記合焦検出光が前記第2物体上で検出する位置を前記合焦検出光の集光位置により選択できることを特徴とする請求項8記載の露光方法。

【請求項10】 前記合焦状態の検出を2次元画像検出素子で行うことを特徴とする請求項9記載の露光方法。

【請求項11】 前記2次元画像素子上に形成される前記合焦検出光の位置により前記第2物体の角度ずれを検出することを特徴とする請求項10記載の露光方法。

【請求項12】 前記露光装置がスキャンアンドリピートであることを特徴とする請求項11記載の露光方法。

【請求項13】 前記合焦検出光が露光を行う照明光の結像位置よりずれた位置に集光され、該合焦検出光による検出値をもとに前記第2物体の位置を制御することを特徴とする請求項12記載の露光方法。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置及び露光方法に関し、特に半導体素子製造用の露光装置のように物体に対して精密な焦点合わせを行う装置に好適なものである。

#### 【0002】

【従来の技術】近年半導体集積回路はますます微細化される傾向にあるが、その製造工程の中で最も重要な工程の一つがマスク上に形成された回路パターンをウエハ上に転写するフォトリソ工程である。フォトリソ工程に用いられる装置が半導体露光装置と呼ばれるもので、現在光学的露光方式が主力として用いられている。

【0003】光学的露光方式にはマスクとウエハを接触させて焼き付けるコンタクト方式、マスクとウエハを数十 $\mu\text{m}$ のギャップで離して影絵焼きする近接露光方式、高解像度のレンズを用いてパターンの露光転写とステップ状の送り工程を繰り返すステップ&リピート、あるいはスキャン&リピート方式等がある。この中でも特にステップ&リピート、あるいはスキャン&リピート方式は現在及び次代の有力な方式として多用されている。

【0004】光学露光方式におけるフォーカス方向の位置合わせではウエハ焼き付け位置と別の場所を基準からウエハまでの距離を計測し、それに基づいてウエハ焼き付け位置で位置出しを行う方法が用いられている。この方式はフォーカスの検出に投影光学系を介在させないのでオフアクシス方式とも言うべきものである。その際の計測法には空気流をウエハに噴射し空気の流れを測ってウエハまでの距離を検出するエアセンサ方式、ウエハと検出装置間の電気容量を測る方式、超音波を使用して測距する方式、ウエハ表面へ斜めに光線を投射し、反射光の位置ずれを検出する方式などがある。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらオフアクシス方式の場合、装置に対するウエハの光軸方向の位置は原理的に管理することができるが、マスク像の真にピントのあった位置にウエハ表面が位置しているか否かの検出を行うことはできない。これはウエハ焼き付け中の照明光の熱蓄積や周囲の環境温度の変動で投影光学系のピント位置が基準に対して一定ではなく移動するからである。これらの外的要因によって投影光学系自体が変化を起こした場合は、ウエハをオフアクシス方式でしかるべき位置に設定しても、実際にはデフォーカスした像しか形成されないものである。

【0006】従ってこのような投影光学系の変化にも対処できるように、焼き付け位置で、投影光学系を通してウエハ面をフォーカシングすることが可能な方法が求められている。このような観点から見ると、例えばエアセンサ方式は測定対象物の角度特性があり、対象物表面に凹凸があった場合、その測定値にはばらつきが出る。従ってウエハ表面のように数ミクロン程度の凹凸がある場合には正確にフォーカスできない可能性があり、精密なフォーカス方式の候補からは除外される。

【0007】更に今後回路の大型化が進むと1チップ分の面積が大きくなるため、従来のステップ&リピート方式ではなく、レチクルとウエハをスキャンしながら露光するスキャン露光方式が主流になるといわれている。そ

の場合、ウエハの全面にわたって高速でピントを合わせなければならぬ。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するため本発明ではフォーカス検出に非点収差法を用い、投影光学系を通して焼き付け位置のフォーカス位置を検出することを特徴としている。またこの方法はエアセンサを用いた時のようにウエハのレジスト塗布面を見るだけでなく、その下の回路パターンそのものにもピントを合わせることが可能なので、露光時にどちらの面にピントを合わせるかを選択できるというメリットも持っている。

【0009】特に本発明の露光装置では、第1物体の像を第2物体上に投影光学系を用いて露光転写を行う露光装置において、該投影光学系を介して合焦検出光を第2物体上に照射し、該合焦検出光の非点収差の発生状態により合焦状態を検出して、合焦状態の制御を行うことを特徴としている。

【0010】又、本発明の露光方法では、第1物体の像を第2物体上に投影光学系を用いて露光転写を行う露光方法において、該投影光学系を介して合焦検出光を第2物体上に照射し、該合焦検出光の非点収差の発生状態により合焦状態を検出して、合焦状態の制御を行うことを特徴としている。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施形態1の要部概略図である。同図では合焦検出装置を具備したスキャンアンドリピート法の半導体露光装置の構成図を示し、本発明の基本形をなすものである。同図で1はレーザダイオード、2はレンズ、3及び4はダイクロイックハーフミラー、5は集光レンズ、6はシリンドリカルレンズ、7は2次元CCD、8は露光レンズ（投影光学系）、9はレチクル（第1物体）、10はレチクルステージ、11はウエハ（第2物体）、12はウエハステージ、一点鎖線で示した13は照明光（露光光）、14は合焦検出光を示している。

【0012】スキャンアンドリピートによる露光では、レチクル9上に露光によって転写される基パターンがあり、該基パターンが照明光13で照明される。この固定された照明光に対して、レチクルステージ10が矢印で示したX方向に移動してレチクル9上にあるパターンがすべて照明される。照明された光は露光レンズ8を通してウエハ11にパターンを縮小して焼き付ける。その際、ウエハ11を載せたウエハステージ12も矢印で示したX方向、及び紙面に垂直なY方向に動き、ウエハ11全面にわたってパターンが焼き付けられる。

【0013】一方、合焦検出光14はレーザダイオード1からレンズ2を通過してダイクロイックハーフミラー3で反射し、露光光束13に合流する。合流後、合焦検出光14はもう一つのダイクロイックハーフミラー4を透過して露光レンズ8に入射する。ダイクロイックハーフ

ミラー3、4は波長選択性があり、合焦検出光の波長にのみハーフミラーとして働き、露光用の照明光13の波長の光に対しては影響を及ぼさず、ただ透過させるのみである。

【0014】露光レンズ8に入射した合焦検出光14は露光レンズ8を出た後、照明光13によりレチクル9上のパターンが結像されているウエハ11上の位置よりも横に少しだけずれた場所に集光される。集光される位置はパターンの結像されている位置と露光レンズ8の光軸方向に対しては同一であるが、横方向についてはスキャンで露光する位置の少し手前となるように設定される。例えば図1(a)のようにウエハステージ12が右方向に動いている場合は、照明光13による結像位置よりも合焦検出光14を左側に集光させる。ウエハ11の表面が照明光13による結像位置にない、即ちピント外れの場合はウエハステージ12を露光レンズ8の光軸であるZ方向（上下方向）に駆動してピントを合わせなければならない。合焦検出光14の集光位置を横方向に故意にずらしておけば、照明光13で露光される前にウエハ11の上下方向の位置を検出できるため、検出から信号処理して駆動までにかかるフィードバックの時間を取ることができピントのあった結像制御を行える。

【0015】また合焦検出光14でウエハ11の表面の角度が所定の角度よりずれていると判断された場合も、上下方向の補正と同じくウエハステージ12でウエハ11をチルト駆動させる必要がある。この場合にも合焦検出光14の集光位置を露光する位置の手間際に置いて事前検出すれば、チルトの補正・駆動に要するフィードバックの時間を取ることができ、良好なチルト制御を行うことができる。

【0016】合焦検出光14をウエハ11に入射させる際にはその集光点をウエハ11のどの部分に集光させるかを選択することが可能である。図1(a)に示したのは集光位置をウエハ11のレジスト塗布面に合わせた場合、図1(b)はレジスト層の下の基板に合わせた場合で、本実施形態の構成ではどちらも選択が可能である。これはレジストと基板面で光に反射率が異なることを利用したもので、後に説明する2次元CCDで光量の差を判別することが可能なためである。

【0017】ウエハ11に入射し、反射した合焦検出光14はウエハ11が前記所定の角度に一致し、かつ合焦状態である場合にはレーザダイオード1からの入射光路をそのまま逆に進み、ダイクロイックミラー4で反射して検出光学系に入る。検出光学系では集光レンズ5、シリンドリカルレンズ6を通過した後、2次元CCD7に入射し、スポット像が形成される。この場合、基準状態においては、予め2次元CCD7の中心位置に円形スポットが結ぶように設定が行われる。図1は2次元CCD上でのスポットの形状を示しており、スポット形状の縦の大きさをd1、横の大きさをd2とする。基準状態はd

$1 = d2$ で、この条件が満足された時が合焦と判別される。また集光されたスポットの位置はウエハの角度ずれに対応する。スポットの位置が2次元CCD7の中心にあることが、ウエハ11の表面が所定の角度に一致することを示している。

【0018】図2、3はこれに対し焦点ずれをした場合である。図2は合焦検出光14の集光位置がウエハ11よりも上にある場合、即ち後ピン状態で、かつウエハ11の角度が所定の角度と一致していた場合である。この場合、ウエハ11で反射した合焦検出光14の戻り光14'は点線のような光路を戻すため、シリンドリカルレンズ6の効果で2次元CCD7上に横長のスポットをCCD7の中心位置に結ぶ。この場合には $d2 > d1$ である。

【0019】図3は合焦検出光14の集光位置がウエハ11よりも下にある場合、即ち前ピン状態で、かつウエハ11の角度が所定の角度と一致していた場合である。この場合ウエハ11で反射した合焦検出光14の戻り光14'は点線のような光路を戻り、シリンドリカルレンズ6の効果で2次元CCD7に縦長のスポットをCCD7の中心位置に結ぶ。この場合には $d2 < d1$ である。

【0020】このようにシリンドリカルレンズを用いた非点収差法ではCCD上に結んだスポットの長径と短径の大きさを比較検出ことで $d1 = d2$ ならば合焦、図2のように $d2 > d1$ ならば後ピン状態、図3のように $d2 < d1$ ならば前ピン状態と焦点合わせの状態が容易に判別できる。

【0021】図4はウエハ11が合焦状態ではあるが、所定の角度からずれて配置されている場合である。合焦検出光14のウエハ11への集光点付近の拡大図が図4(a)である。この場合、戻り光14'はウエハ11の傾きに依りてやや右方向にずれて露光レンズ8に再入射する。そのため2次元CCD7上ではウエハ11表面が所定の角度になっていた場合と比較してやや下方向にスポット光がずれ、2次元CCD7の中心位置から離れた位置にスポット光の重心が形成される。角度ずれは2次元的なものなので、図4の2次元CCD7の矢視図においては縦方向のずれ $dz$ と横方向のずれ $dy$ となって現われる。しかしウエハ11に角度ずれはあってもスポット光の形は円形で $d1 = d2$ であるため、合焦状態であることは判別可能である。

【0022】ウエハ11表面の角度と2次元CCD中心からスポット光重心までの位置関係は1対1に対応している。従って、予め角度が既知の平板等とCCD上のスポット光との対応を調べて装置側をキャリブレーションしておけば、表面の角度が不明なウエハに対しても合焦状態の判別と角度の測定を同時に行うことが可能である。

【0023】図5は本発明の実施形態2の要部概略図である。同図は半導体露光装置を示している。同図で実施

形態1と同じ部材については同じ番号が付けられている。図中15はハーフミラー、16はケースである。図1では合焦検出光の照明光束13への導入と戻り光14'の分離をダイクロイックミラー3、4で行っていたが、本実施形態は戻り光14'の分離の位置を実施形態1と異なった位置に配置したハーフミラーで行ったものである。即ち本実施形態では入射光と戻り光の分離をレーザダイオード1から光が出たすぐのところで行うのが特徴となっている。分離する場所付近では照明光13と光束が重なっていないため、実施形態1に比べて小さなハーフミラー15を配置することで目的が達成される。更にこの配置ではレーザダイオード1とレンズ2、ハーフミラー15及び合焦検出部(集光レンズ5、シリンドリカルレンズ6、2次元CCD7)の位置がお互いに近づくので、ケース16によりこれらの部分を囲むことによって合焦検出に必要な全ての部品を含むユニットをコンパクトにまとめることが可能である。

【0024】

【発明の効果】以上述べてきたように本発明では半導体露光装置の合焦状態を投影光学系を介して検出する機能に関して、非点収差法と2次元CCD等の2次元画像素子を組み合わせることで、投影光学系に対するウエハの合焦状態を検出することが可能となり、該検出値に基づいてウエハを駆動補正することによりピントのあった状態で露光を行うことを可能とした。該検出値はウエハの合焦状態と共に角度ずれも同時に検出できるため、ウエハの駆動補正が投影光学系の光軸方向だけでなく、傾きであるチルト補正にも行うことが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の露光装置の要部概略図

【図2】 本発明の実施形態1で後ピンのデフォーカス状態での検出状態を示す要部概略図

【図3】 本発明の実施形態1で前ピンのデフォーカス状態での検出状態を示す要部概略図

【図4】 本発明の実施形態1でウエハ表面が傾いた状態での検出状態を示す要部概略図

【図5】 本発明の実施形態2の露光装置の要部概略図

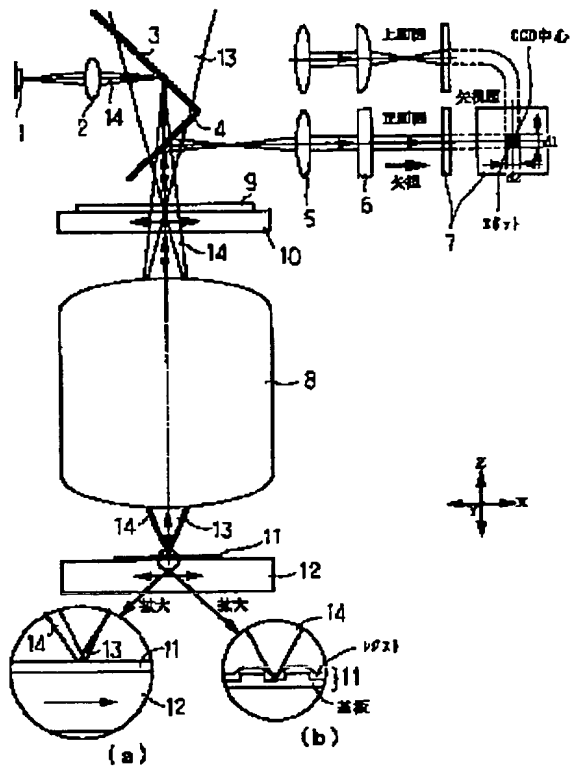
【符号の説明】

- 1 レーザダイオード
- 2 レンズ
- 3 ダイクロイックハーフミラー
- 4 ダイクロイックハーフミラー
- 5 集光レンズ
- 6 シリンドリカルレンズ
- 7 2次元CCD
- 8 露光レンズ
- 9 レチクル
- 10 レチクルステージ
- 11 ウエハ
- 12 ウエハステージ

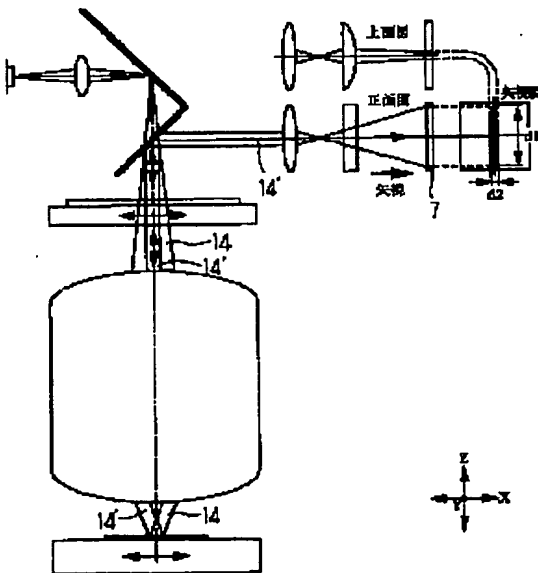
13 照明光  
14 合焦検出光

15 ハーフミラー  
16 ケース

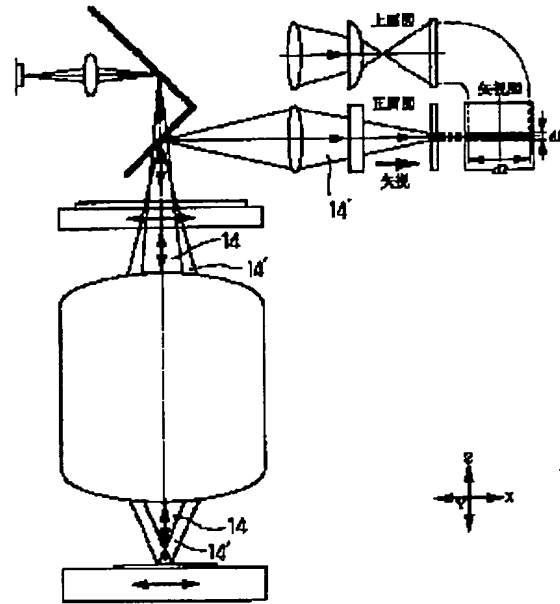
【図1】



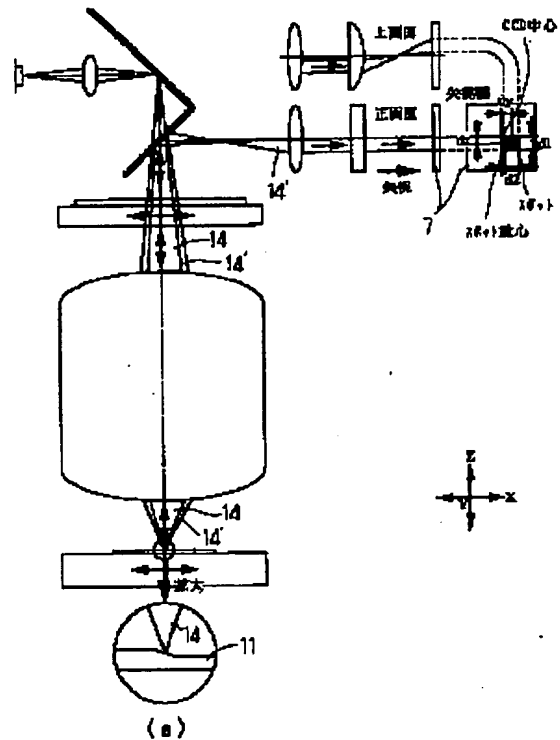
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

